

**THERMOPLASTIC RESIN COMPOSITION AND MOLDING**

**Patent number:** JP2002097375  
**Publication date:** 2002-04-02  
**Inventor:** OKITA SHIGERU; SUZUKI ATSUSHI  
**Applicant:** TORAY INDUSTRIES  
**Classification:**  
**- International:** *B29C45/00; C08J5/00; C08K7/06; C08L101/00; H01M8/02; B29C45/00; C08J5/00; C08K7/00; C08L101/00; H01M8/02; (IPC1-7): C08L101/00; B29C45/00; C08J5/00; C08K7/06; H01M8/02; B29K83/00; B29K105/12; B29L31/00*  
**- european:**  
**Application number:** JP20000289624 20000922  
**Priority number(s):** JP20000289624 20000922

Report a data error here

**Abstract of JP2002097375**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a thermoplastic resin composition having excellent electroconductivity, gas barrier properties, strength, corrosion resistance and moldability, suitable for a separator for a fuel cell. **SOLUTION:** This thermoplastic resin composition is obtained by compounding a thermoplastic resin with a carbon fiber and a carbon nanotube.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-97375

(P2002-97375A)

(43) 公開日 平成14年4月2日(2002.4.2)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I            | テ-マ-ト*(参考)      |
|---------------------------|-------|----------------|-----------------|
| C 0 8 L 101/00            |       | C 0 8 L 101/00 | 4 F 0 7 1       |
| B 2 9 C 45/00             |       | B 2 9 C 45/00  | 4 F 2 0 6       |
| C 0 8 J 5/00              | C E R | C 0 8 J 5/00   | C E R 4 J 0 0 2 |
|                           | C E Z |                | C E Z 5 H 0 2 6 |
| C 0 8 K 7/06              |       | C 0 8 K 7/06   |                 |

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-289624(P2000-289624)

(22) 出願日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 沖田 茂

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

東レ株式会社内

(72) 発明者 鈴木 篤

愛知県名古屋市港区大江町9番地の1 東

レ株式会社名古屋事業場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱可塑性樹脂組成物及び成形品

(57) 【要約】

【課題】 導電性、ガスバリア性、強度、耐腐食性、成形性に優れ、燃料電池セパレーターに適した熱可塑性樹脂組成物を提供する。

【解決手段】 炭素繊維、カーボンナノチューブを熱可塑性樹脂に配合する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素繊維及びカーボンナノチューブを含有する熱可塑性樹脂組成物。

【請求項2】 炭素繊維の配合量が10～70重量%、カーボンナノチューブの配合量が0.1～15重量%である請求項1記載の熱可塑性樹脂組成物。

【請求項3】 炭素繊維の数平均繊維長(L)と繊維径(d)との比(L/d)が10～10,000である請求項1または2記載の熱可塑性樹脂組成物。

【請求項4】 熱可塑性樹脂がポリオレフィン、ポリアミド、ポリアセタール、非液晶ポリエステル、ポリフェニレンオキシド、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、液晶ポリエステル、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミドおよびこれらのブレンド物からなる群から選ばれる一種以上である請求項1～3のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物。

【請求項5】 熱可塑性樹脂がポリフェニレンスルフィドまたは液晶ポリエステルである請求項1～3のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物。

【請求項6】 熱可塑性樹脂がポリフェニレンスルフィドである請求項1～3のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物を成形して得られる成形品。

【請求項8】 成形品中の炭素繊維の数平均繊維長(L)と繊維径(d)との比(L/d)が5～5,000である請求項7に記載の成形品。

【請求項9】 請求項1～6のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物を成形して得られる燃料電池用セパレーター。

【請求項10】 成形品中の炭素繊維の数平均繊維長(L)と繊維径(d)との比(L/d)が5～5,000である請求項9に記載の燃料電池用セパレーター。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、炭素繊維およびカーボンナノチューブを含有する熱可塑性樹脂組成物およびそれから得られる成形品に関する。更に詳しくは、炭素繊維およびカーボンナノチューブを含有する導電性および成形性に優れた熱可塑性樹脂組成物およびそれから得られる成形品に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、炭酸ガス排出問題に対応するために石油資源から得ていたエネルギーを石油資源に依らない方法でエネルギーを供給する方法が検討されている。その一つに燃料電池があり、燃料電池車用電源や一般家庭用電源への普及を目指して開発が盛んに行われている。

【0003】 燃料電池の各セルは、反応を司る電解質、

電解質を挟む1対の電極、電極に接触して電極からの集電を行うと共にガス流路、冷却水流路を供給するセパレーターから形成されている。

【0004】 このうち、セパレーターは電極からの集電機能を有するために高度な導電性が必要である。また、両面に燃料ガス流路および冷却水流路を形成するため、ガスバリア性、強度、耐腐食性などが要求される。更にガス流路および冷却水流路を形成する必要があり、優れた成形性が要求される。

【0005】 従来方法としては、膨張黒鉛粒子を加圧して予備シートを形成させた後、ガス流路や冷却水流路の付いた最終形状の金型で加圧して作製する方法(特開平10-125337号公報)、金属セパレーター表面に貴金属マトリックス中にフッ素樹脂またはフッ化黒鉛粒子が共析、分散された貴金属複合メッキ被膜を形成する方法(特開2000-36309号公報)、フェノール樹脂のような熱硬化性樹脂に多量の黒鉛を配合し、プレス成形により成形する方法(特開平10-334927号公報)、微細な空隙部を有する金属材料の空隙部に導電性樹脂材料を緻密に充填する方法(特開2000-67882号公報)、液晶ポリマーに黒鉛系炭素材を多量に配合する方法(特開2000-17179号公報)などが考案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記特開平10-125337号公報に記載されている方法では細かいガス流路、冷却水流路を金型形状どおりに忠実に形成することが困難な上に撥水性、強度が不足するために高分子化合物の塗布、含浸等が必要になるという問題点がある。また、前記特開2000-36309号公報に記載されている方法では主材として金属を用いているために重量が大きくなること、また貴金属をベースとする材料の被膜を形成させることからコストが高くなる上に工程が複雑となり、現実的ではない。更に前記特開平10-334927号公報に記載されている方法では多量の黒鉛を配合した熱硬化性樹脂のプレス成形では細かいガス流路、冷却水流路を金型形状どおりに忠実に形成することが困難な上に、成形時間が長く、生産性に劣るという問題点がある。前記特開2000-67882号公報に記載されている方法では金属材料を使用しているために錆の発生やイオンの溶出により出力が低下したり、耐久性が低下するという問題点があった。前記特開2000-17179号公報に記載されている方法では高度な導電性を付与することはできるものの材料強度が低い上に流動性に劣り、生産性に劣るという問題点がある。

【0007】 このように従来の材料・方法では導電性、ガスバリア性、強度、耐腐食性に優れたセパレーターを効率良く、安価に製造するための材料や方法が見出されていなかった。

【0008】そこで本発明ではこのような用途に適しており、ガスバリア性、強度、耐腐食性、成形性に優れた材料および成形品を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】そこで本発明者らは上記の課題を解決すべく鋭意検討した結果、熱可塑性樹脂に炭素繊維とカーボンナノチューブを併用して配合することにより、熱可塑性樹脂の成形性を損なうことなく高強度化でき、かつ高度な導電性を付与し得ることを見出し、本発明に到達した。

【0010】すなわち、本発明は、

1. 炭素繊維及びカーボンナノチューブを含有する熱可塑性樹脂組成物、

2. 炭素繊維の配合量が10～70重量%、カーボンナノチューブの配合量が0.1～15重量%である前記1記載の熱可塑性樹脂組成物、

3. 炭素繊維の数平均繊維長(L)と繊維径(d)との比(L/d)が10～10,000である前記1または2記載の熱可塑性樹脂組成物、

4. 熱可塑性樹脂がポリオレフィン、ポリアミド、ポリアセタール、非液晶ポリエステル、ポリフェニレンオキシド、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、液晶ポリエステル、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミドおよびこれらのブレンド物からなる群から選ばれる一種以上である前記1～3のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物、

5. 熱可塑性樹脂がポリフェニレンスルフィドまたは液晶ポリエステルである前記1～3のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物、

6. 熱可塑性樹脂がポリフェニレンスルフィドである前記1～3のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物、

7. 前記1～6のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物を成形して得られる成形品、

8. 成形品中の炭素繊維の数平均繊維長(L)と繊維径(d)との比(L/d)が5～5,000である前記7に記載の成形品、

9. 前記1～6のいずれかに記載の熱可塑性樹脂組成物を成形して得られる燃料電池用セパレーター、

10. 成形品中の炭素繊維の数平均繊維長(L)と繊維径(d)との比(L/d)が5～5,000である前記9に記載の燃料電池用セパレーターを提供するものである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下に本発明を詳細に説明する。

【0012】本発明で使用される炭素繊維はポリアクリル繊維を原料とするPAN系炭素繊維、石油精製時の残さであるピッチを原料とするピッチ系炭素繊維のいずれも使用できる。

【0013】本発明で使用される炭素繊維の径について

は特に制限は無いが、通常1～30μmであり、好ましくは3～20μmであり、更に好ましくは5～15μmである。

【0014】本発明で使用される炭素繊維の長さには特に制限は無い。長い方が機械特性、導電性にとっては有利に作用するが、成形時の流動性の点では繊維は短い方が有利である。要求される導電性および成形性との兼ね合いから適宜選択すれば良い。通常押出機によるコンパウンドや射出成形等の成形工程によって、繊維は破損する。このため、成形前のペレット中のガラス繊維及び炭素繊維の繊維長及び繊維径としては、数平均繊維長

(L)と繊維径(d)の比(L/d)が10～10,000の範囲にあることが好ましく、更に好ましくは10～8,000である。また、成形品中におけるL/dとしては、5～5,000の範囲にあることが好ましく、更に好ましくは10～3,000である。

【0015】L/dが上記範囲であると、機械物性、導電性に優れる一方、成形時の流動性にも優れ、繊維同士が絡み合いにくく、分散が良好となる。

【0016】なお、上記の数平均繊維長はペレットまたは成形品を450℃×5時間、アルゴンガス雰囲気下において熱分解させて残った灰分から、1,000本の繊維について顕微鏡観察により測定した値から算出した値である。

【0017】本発明で使用される炭素繊維はチョップド繊維として押出機、ニーダー、バンバリーミキサーなどでカーボンナノチューブと熱可塑性樹脂と共に熔融混練しても良いし、ブルトルージョン法のように炭素繊維の単繊維または繊維束を熔融した熱可塑性樹脂に含浸させながら引き取ったものをカーボンナノチューブと熱可塑性樹脂と共に熔融混練しても良い。あるいはスクリー及び/またはシリンダーの少なくとも1部を表面異形加工した開織・繊維長制御機構部を有する押出機を使用し、この押出機に熱可塑性樹脂を供給して熔融させ、熔融樹脂中に連続状態の炭素繊維を供給して上記開織・繊維長制御機構部で開織・切断し、熔融樹脂中に均一分散させ、押出機から押出したものをカーボンナノチューブと熱可塑性樹脂と共に熔融混練しても良い。この方法では単繊維を集束したロービングが好ましく用いられる。

集束本数は特に限定されず、単繊維のモノフィラメントを10～50000本集束したものが作業性の面で好ましく用いられる。この方法で用いられる押出機は、連続状態の繊維を開織し、繊維長さを制御するようにスクリー及び/又はシリンダーを加工した単軸または多軸のスクリー式押出機であって、その内部に連続した繊維状強化材の開織度や繊維長の制御機構部を有するものである。

【0018】本発明の樹脂組成物に配合される炭素繊維の重量には特に制限は無いが、成形時の流動性、得られる成形品の比重及び強度、導電性の観点から樹脂組成物

全体の10~70重量%であることが好ましい。より好ましくは15~70重量%、更に好ましくは20~65重量%である。

【0019】本発明で使用されるカーボンナノチューブは、炭素六角網面が円筒状に閉じた単層構造あるいはこれらの円筒構造が入れ子状に配置された多層構造をした材料のことである。単層構造のみから構成されていても多層構造のみから構成されていても良く、単層構造と多層構造が混在していてもかまわない。また部分的にカーボンナノチューブの構造を有している炭素材料も使用で

【0020】カーボンナノチューブは、例えば炭素電極間にアーク放電を発生させ、放電電極の陰極表面に成長させる方法、シリコンカーバイドにレーザービームを照射して加熱・昇華させる方法、遷移金属系触媒を用いて炭化水素を還元雰囲気下の気相で炭化する方法などによって製造することができる。製造方法の違いによって得られてくるカーボンナノチューブのサイズや形態は変

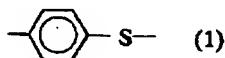
【0021】本発明の樹脂組成物に配合されるカーボンナノチューブの重量には特に制限は無いが、成形時の流動性、得られる成形品の比重及び強度、導電性の観点から樹脂組成物全体の0.1~15重量%であることが好ましい。より好ましくは0.5~10重量%、更に好ましくは1~8重量%である。

【0022】本発明で使用される熱可塑性樹脂の種類には特に制限は無いが、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリアセタール、非液晶ポリエステル、ポリフェニレンオキシド、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、液晶ポリエステル、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミドおよびこれらのブレンド物からなる群から選ばれる一種が好ましく用いられる。これらの中でも流動性の面からポリフェニレンスルフィドおよび液晶ポリエステルが特に好ましい。

【0023】本発明で用いられるポリフェニレンスルフィド樹脂とは、一般式(1)で表される繰り返し単位を有する重合体であり、その含有量は耐熱性の面から70モル%以上であることが好ましく、より好ましくは80モル%以上、特に好ましくは90モル%以上である。繰り返し単位(1)の含有量が70モル%未満の場合には耐熱性および剛性が低下する傾向が見られる。一般式(1)以外の繰り返し単位としては、一般式(2)~(8)で表される構造単位が用いられる。

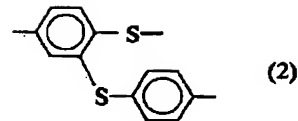
【0024】

【化1】



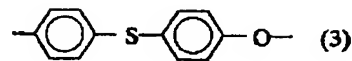
【0025】

【化2】



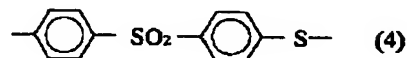
【0026】

【化3】



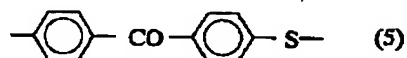
【0027】

【化4】



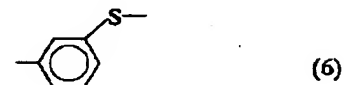
【0028】

【化5】



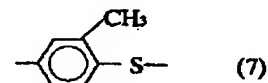
【0029】

【化6】



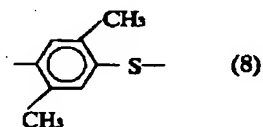
【0030】

【化7】



【0031】

【化8】



【0032】本発明で用いるポリフェニレンスルフィド樹脂としては、長さ31.75mm、径2.10mmのオリフィスを用い、温度316℃、荷重20gで測定した時のメルトフローレイト（以下MFRと略す）が50~200g/minであるものが好ましい。更に好ましくは50~150g/10min、とりわけ70~150g/10minが好ましい。

【0033】また、本発明で用いるポリフェニレンスルフィド樹脂の灰分は、450~500℃で炭化させた後、538℃で6時間灰化させた時の灰分残さ量で0.30重量%以下であることが好ましい。更に好ましくは0.25重量%以下、とりわけ0.22重量%以下が好ましい。

【0034】このようなポリフェニレンスルフィド樹脂は公知の方法、例えば特公昭45-3368号公報、特

公昭52-12240号公報、特開昭61-7332号公報に記載されている方法を用いて製造することができる。本発明においては、前記公報に記載されている方法で得られたポリフェニレンスルフィド樹脂を空气中加熱により架橋・高分子量化、窒素などのガス雰囲気下あるいは減圧下での熱処理、有機溶剤・熱水・酸性水溶液・アルカリ性水溶液などによる洗浄を施した上で使用しても良い。特に有機溶剤で洗浄すると低分子量成分が除去されるため、熔融成形時のガス発生、金型腐蝕は低減される。その場合の有機溶剤としては、N-メチルピロリドン、N, N'-ジメチルホルムアミド、N, N'-ジメチルアセトアミド、1, 3-ジメチルイミダゾリジノン、ヘキサメチルホスホンアミド、ピペラジノンなどの含窒素溶剤、ジメチルスルホキシド、ジメチルスルホン、スルホランなどのスルホン系溶剤、アセトン、メチルエチルケトン、ジエチルケトン、アセトフェノンなどのケトン系溶剤、ジメチルエーテル、ジエチルエーテル、ジブロビルエーテル、1, 4-ジオキサン、テトラヒドロフランなどのエーテル系溶剤、クロロホルム、メチレンジクロリド、四塩化炭素、トリクロロエチレン、ジクロロエチレン、クロルベンゼンなどのハロゲン系溶剤、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、ペンタノール、エチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコールなどのアルコール系溶剤、フェノール、クレゾールなどのフェノール系溶剤、ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素系溶剤、ペンタン、ヘキサン、シクロヘキサン、ヘプタン、オクタンなどの飽和炭化水素系溶剤などが挙げられる。

【0035】また、酸性水溶液、アルカリ性水溶液については、ポリフェニレンスルフィド樹脂を分解する作用の無いものであれば特に制限は無く、酢酸、塩酸、硫酸、磷酸、有機カルボン酸、有機スルホン酸、各種水酸化アルカリ水溶液などが用いられる。

【0036】また、酸無水物、エポキシ基、イソシアネート基などの官能基を有する化合物で処理しても良い。

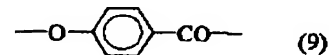
【0037】本発明で用いられる液晶ポリエステルは芳

香族オキシカルボニル単位、芳香族ジオキシ単位、脂肪族ジオキシ単位、芳香族ジカルボニル単位から選ばれる構造単位からなる。芳香族オキシカルボニル単位の実例としてはp-ヒドロキシ安息香酸、6-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸から生成する構造単位、芳香族ジオキシ単位の実例としては4, 4'-ジヒドロキシジフェニル、ヒドロキノン、3, 3', 5, 5'-テトラメチル-4, 4'-ジヒドロキシビフェニル、t-ブチルヒドロキノン、フェニルヒドロキノン、2, 6-ジヒドロキシナフタレン、2, 7-ジヒドロキシナフタレン、2, 2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、4, 4'-ジヒドロキシジフェニルエーテルから生成する構造単位、脂肪族ジオキシ単位の実例としてはエチレングリコール、プロピレングリコールから生成する構造単位、芳香族ジカルボニル単位の実例としてはテレフタル酸、イソフタル酸、2, 6-ナフタレンジカルボン酸、4, 4'-ジフェニルジカルボン酸、1, 2-ビス(2-クロロフェノキシ)エタン-4, 4'-ジカルボン酸、4, 4'-ジフェニルエーテルジカルボン酸から生成する構造単位が挙げられる。

【0038】好ましい液晶ポリエステルは、構造単位(9)、(10)、(11)からなる液晶ポリエステルである。

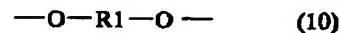
【0039】

【化9】



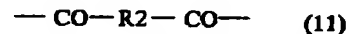
【0040】

【化10】



【0041】

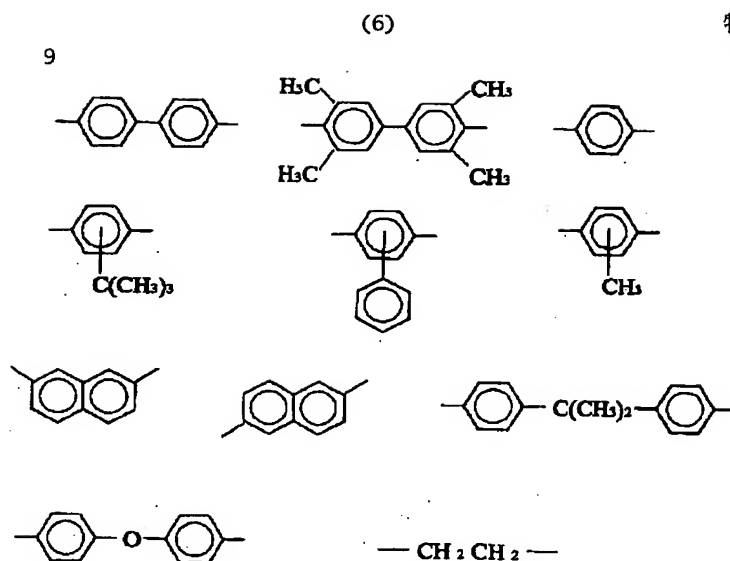
【化11】



【0042】ただし、式中R1は次の化学構造から選ばれた1種以上を表す。

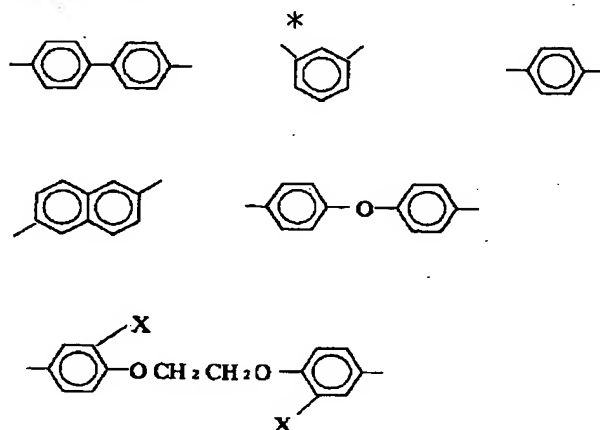
【0043】

【化12】



【0044】また式中R<sup>2</sup>は次の化学構造から選ばれた1種以上を表す。ただし、Xは水素原子またはハロゲン原子を表す。

\*【0045】  
【化13】



【0046】上記構造単位のうち、(10)についてはR1が4, 4'-ビフェニレン、1, 4-フェニレン、ジメチレンであるものが好ましく、(11)についてはR2が1, 4-フェニレン、2, 6-ナフタレンであるものが好ましい。

【0047】本発明で好ましく用いられる液晶ポリエステルは上記の如く構造単位(9)、(10)、(11)からなる共重合体である。その共重合組成は任意に選ぶことができるが、次のような組成が好ましい。

【0048】上記構造単位(9)及び(10)の合計は構造単位(9)、(10)および(11)の合計に対して30~95mol%が好ましく、40~90mol%がより好ましい。また、構造単位(11)は構造単位(9)、(10)および(11)の合計に対して70~5mol%が好ましく、60~10mol%がより好ましい。また、構造単位(9)の構造単位(10)に対するmol比〔(9)〕／〔(10)〕は75/25~95/5であることが好ましく、より好ましくは78/22~93/7である。また、構造単位(11)は構造単位(10)と実質的に等モルであることが好ましい。こ

ここで実質的に等モルとは、末端を除くポリマー主鎖を構成する構造単位が等モルであるが、末端を構成する構造単位としては必ずしも等モルとは限らないことを意味する。

【0049】本発明で好ましく用いられる上記液晶ポリ  
エステルは上記構造単位(9)～(11)を構成する成  
分以外に、3, 3'-ジフェニルジカルボン酸、2,  
2'-ジフェニルジカルボン酸などの芳香族ジカルボン  
酸、アジピン酸、アゼライン酸、セバシン酸、ドデカ  
40 ジオン酸などの脂肪族ジカルボン酸、ヘキサヒドロテレ  
フタル酸などの脂環式ジカルボン酸、クロロヒドロキノ  
ン、3, 4'-ジヒドロキシジフェニル、4, 4'-ジ  
ヒドロキシジフェニルスルホン、4, 4'-ジヒドロキシ  
ジフェニルスルフィド、4, 4'-ジヒドロキシベン  
ゾフェノンなどのジフェノール、1, 2-プロパンジオ  
ール、1, 3-プロパンジオール、1, 4-ブタンジオ  
ール、1, 6-ヘキサジオール、ネオペンチルグリコ  
ール、1, 4-シクロヘキサジメタノールなどの脂肪  
族または脂環式ジオール、m-ヒドロキシ安息香酸、  
50 2, 6-ヒドロキシナフトエ酸などの芳香族ヒドロキシ

カルボン酸などを液晶性を損なわない範囲で共重合せしめることができる。

【0050】液晶ポリエステル樹脂の対数粘度には特に制限は無いが、ペンタフルオロフェノール中、0.1g/dL濃度、60℃で測定した値が0.5~15dL/gであることが好ましく、1~10dL/gであることが特に好ましい。

【0051】また、液晶ポリエステルの熔融粘度には特に制限は無いが、流動性の面から融点+10℃の温度、ずり速度1,000sec<sup>-1</sup>での値が0.5~200Pa・secであることが好ましく、0.5~100Pa・secであることが好ましい。なお、ここで言う融点(T<sub>m</sub>)とは示差走査熱量測定において、室温から20℃/分の昇温条件で測定した時に観測される吸熱ピーク温度(T<sub>m1</sub>)を観測後、T<sub>m1</sub>+20℃の温度で5分間保持した後、20℃/分の降温条件で室温まで冷却した後、再度20℃/分の昇温条件で昇温した時に観測される吸熱ピーク温度(T<sub>m2</sub>)のことを指す。

【0052】液晶ポリエステルの製造方法には特に制限が無く、公知のポリエステルの重縮合方法に準じて製造することができる。例えば次のような方法で製造できる。

(1) p-ヒドロキシ安息香酸などのオキシカルボニル単位形成性成分を除く成分から得られたポリエステルとp-ヒドロキシ安息香酸とを乾燥窒素気流下で加熱熔融し、アシドリシス反応によって共重合ポリエステルフラグメントを生成させ、次いで減圧・増粘させる方法。

(2) p-アセトキシ安息香酸および4,4'-ジアセトキシジフェニル、ジアセトキシベンゼンなどの芳香族ジヒドロキシ化合物のジアシル化物と2,6-ナフタレンジカルボン酸、テレフタル酸、イソフタル酸などの芳香族ジカルボン酸から脱酢酸縮重合反応させる方法。

(3) p-ヒドロキシ安息香酸および4,4'-ジヒドロキシジフェニル、ヒドロキノンなどの芳香族ジヒドロキシ化合物と2,6-ナフタレンジカルボン酸、テレフタル酸、イソフタル酸などの芳香族ジカルボン酸に無水酢酸を反応させてフェノール性水酸基をアシル化した後、脱酢酸重縮合反応する方法。

(4) p-ヒドロキシ安息香酸のフェニルエステル及び4,4'-ジヒドロキシジフェニル、ヒドロキノンなどのジフェノールと2,6-ナフタレンジカルボン酸、テレフタル酸、イソフタル酸などの芳香族ジカルボン酸のジフェニルエステルから脱フェノール重縮合反応により液晶ポリエステルの製造する方法。

(5) p-ヒドロキシ安息香酸および2,6-ナフタレンジカルボン酸、テレフタル酸、イソフタル酸などの芳香族ジカルボン酸に所定量のジフェニルカーボネートを反応させてそれぞれジフェニルエステルとした後、4,4'-ジヒドロキシジフェニル、ヒドロキノンなどのジフェノールを加え、脱フェノール重縮合反応により液晶

ポリエステルを製造する方法。

(6) ポリエチレンテレフタレートなどのポリエステルあるいはそのオリゴマーまたはビス(β-ヒドロキシエチル)テレフタレートなど芳香族ジカルボン酸のビス(β-ヒドロキシエチル)エステルの存在下で上記(2)または(3)の方法により液晶ポリエステルの製造する方法。

【0053】液晶ポリエステルの重縮合反応は無触媒でも進行するが、酢酸第1錫、テトラブチルチタネート、酢酸カリウム、酢酸ナトリウム、三酸化アンチモン、金属マグネシウムなどの金属化合物を使用することができる。

【0054】本発明で用いられる樹脂組成物には、本発明の効果を損なわない範囲で、ガラス繊維、チタン酸カリウムウィスカ、酸化亜鉛ウィスカ、硼酸アルミニウムウィスカ、アラミド繊維、アルミナ繊維、炭化珪素繊維、セラミック繊維、アスベスト繊維、石こう繊維、金属繊維などの繊維状充填剤、ワラストナイト、ゼオライト、セリサイト、カオリン、マイカ、クレイ、パイロフィライト、ベントナイト、アスベスト、タルク、アルミナシリケートなどの珪酸塩、アルミナ、酸化珪素、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化鉄などの金属化合物、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、ドロマイトなどの炭酸塩、硫酸カルシウム、硫酸バリウムなどの硫酸塩、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、水酸化アルミニウムなどの水酸化物、ガラスビーズ、ガラスフレーク、セラミックビーズ、窒化ホウ素、炭化珪素およびシリカなどの非繊維状充填剤が挙げられ、これらは中空であってもよく、さらにはこれら充填剤を2種類以上併用することも可能である。また、より優れた機械的強度を得る目的でこれら繊維状/非繊維状充填材をイソシアネート系化合物、有機シラン系化合物、有機チタネート系化合物、有機ボラン系化合物、エポキシ化合物などのカップリング剤で予備処理して使用してもかまわない。

【0055】さらに、本発明の樹脂組成物には、タルク、カオリン、有機リン化合物、ポリエーテルエーテルケトンなどの結晶核剤、次亜リン酸塩などの着色防止剤、ヒンダードフェノール、ヒンダードアミンなどの酸化防止剤、熱安定剤、滑剤、紫外線防止剤、染料や顔料などの着色剤、帯電防止剤などの添加剤を添加することができる。

【0056】本発明の樹脂組成物の製造方法に特に制限は無い。炭素繊維、カーボンナノチューブ、熱可塑性樹脂、その他成分を一括してドライブレンドした後、押出機、ニーダー、バンバリーミキサーなどで熔融混練しても良いし、予め熱可塑性樹脂と炭素繊維を熔融押出したペレットとカーボンナノチューブ、その他成分を熔融混練しても良い。あるいはブルトルージョン法で製造した炭素繊維/熱可塑性樹脂ペレットと予め熱可塑性樹脂と



カーボンナノチューブ、その他成分を溶融混練したペレットを更に溶融混練しても良い。

【0057】本発明の成形品の製造方法に特に制限は無く、射出成形、射出圧縮成形、プレス成形などを用いることができるが、生産効率の観点から射出成形が好ましい。炭素繊維、カーボンナノチューブ、熱可塑性樹脂、その他成分を一括してドライブレンドした後、そのまま射出成形しても良いし、一旦全成分を溶融押出してペレタイズしてから射出成形しても良い。あるいはブルト

10

【0058】

【実施例】以下に実施例を示し、本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例の記載に限定されるものではない。

【0059】以下の実施例においてポリフェニレンスルフィド系材料の評価用試験片は、東芝機械IS80型射出成形機にて、シリンダー温度：320℃、金型温度：140℃、射出速度：75%、射出圧力：充填下限圧力+10kg/cm<sup>2</sup>(G)の設定条件で射出成形することにより作成した。

20

【0060】また、液晶ポリエステル系材料の評価用試験片は、東芝機械IS80型射出成形機にて、シリンダー温度：345℃、金型温度：120℃、射出速度：75%、射出圧力：充填下限圧力+10kg/cm<sup>2</sup>(G)の設定条件で射出成形することにより作成した。

【0061】以下の実施例において、機械特性、ガス透過性、体積固有抵抗の評価は次の方法により行った。

30

引張特性：ASTM D638に従って測定した。

曲げ特性：ASTM D790に従って測定した。

アイゾット衝撃強度：ASTM D256に従って測定した。

ガス透過性：水素ガスについては1mm厚みの試験片を使用し、JIS K7126に記載されているA法（差圧法）に従って23℃、絶乾状態で測定した。また、水蒸気については25μm厚みの試験片を使用し、JIS

Z0208に従って40℃、90%RHで測定した。

40

体積固有抵抗：ASTM D257に従って測定した。

数平均繊維長(L)、繊維径(d)：ペレットまたは成形品を450℃×5時間、アルゴンガス雰囲気下において熱分解させて残った灰分から、1,000本の繊維について顕微鏡観察により測定して算出した。

【0062】【参考例1】ポリフェニレンスルフィド樹脂の製造

攪拌機付きオートクレーブに水酸化ナトリウム水溶液4.67kg（水酸化ナトリウム2.5モル）、50%水酸化ナトリウム2kg（水酸化ナトリウム2.5モル）な

50

らびにN-メチル-2-ピロリドン（以下NMPと略す。）8kgを仕込み、攪拌しながら徐々に昇温し、水3.8kgを含む留出水4.1Lを除去した。残留混合物に1,4-ジクロロベンゼン3.75kg（25.5モル）ならびにNMP2kgを加えて230℃で1時間加熱した。反応生成物を温水で5回洗浄後、90℃、pH4の酢酸水溶液25L中に投入し、1時間攪拌した。ポリフェニレンスルフィド樹脂を濾過し、濾液のpHが7になるまで90℃のイオン交換水で洗浄した後、80℃で24時間真空乾燥した。長さ31.75mm、径2.10mmのオリフィスを用い、温度316℃、荷重20gで測定した時のメルトフローレイト（MFR）は87g/min、450～500℃で炭化させた後、538℃で6時間灰化させた時の灰分残量は0.19重量%であった。

【0063】【参考例2】液晶ポリエステル樹脂の製造

p-ヒドロキシ安息香酸995重量部、4,4'-ジヒドロキシジフェニル126重量部、テレフタル酸112重量部、固有粘度が0.61dL/gのポリエチレンテレフタレート216重量部及び無水酢酸969重量部を攪拌翼、留出管を備えた反応容器に仕込み、重縮合を行った。芳香族オキシカルボニル単位80mol%、芳香族ジオキシ単位7.5mol%、エチレンオキシ単位12.5mol%からなり、融点(Tm)314℃、0.5mmφ×10mmのオリフィスを用い、温度324℃、ずり速度1,000sec<sup>-1</sup>で測定した時の溶融粘度が13Pa・secのペレットを得た。

【0064】【参考例3】径7mm、長さ48mmのグラファイト製スティックに、先端から中心軸に沿って径3mm、深さ29mmの穴を開け、この穴にロジウム：白金：グラファイト=5：5：2の混合粉末を詰めてカーボンナノチューブ製造用陽極を作成した。一方、99.998%純度のグラファイトからなる径14mm、長さ31mmの陰極を作成した。これらの電極を真空チャンパーの中に設置し、純度99.9%のヘリウムガスでチャンパー内部を置換し、直流アーク放電を行った。陽極と陰極の間隔を常に1～2mmに制御し、圧力600torr、電流70Aで放電を行った。陰極上に生成したカーボンナノチューブを取り出した。内径5nm、外径10nm、長さ1～10μmの単層及び複層のグラファイト層からなるカーボンナノチューブが得られた。

【0065】【実施例1～8】参考例1、参考例2で製造したポリフェニレンスルフィド樹脂及び液晶ポリエステル樹脂に直径7μmのPAN系炭素繊維（東レ製“トレカ”T300）を数平均長さ6mmに切断したチョップド繊維及び参考例3で製造したカーボンナノチューブを表1に示す比率で配合し、30mmφの2軸押出機を用いてポリフェニレンスルフィド樹脂の場合は樹脂温度320℃、液晶ポリエステル樹脂の場合には樹脂温度3

40℃で、スクリー回転数150rpmで熔融混練し、樹脂組成物のペレットを製造した。このペレットを用いて射出成形により各種試験片を作製した。各種特性\*

\*の評価結果を表1に示す。

【0066】

【表1】

表1

| 実施例  | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例6 | 実施例7 | 実施例8 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 炭素繊維 (wt%)   | 30   | 30   | 30   | 30   | 15   | 15   | 50   | 30   |
| カーボンナノチューブ (wt%)   | 0.5  | 1    | 3    | 5    | 10   | 14   | 0.5  | 1    |
| 熱可塑性樹脂 *1 (種類)   | PPS  | PPS  | PPS  | PPS  | PPS  | PPS  | PPS  | LCP  |
| (wt%)  | 69.5 | 69   | 67   | 65   | 75   | 71   | 49.5 | 69   |
| 引張強度 (MPa)   | 215  | 213  | 188  | 156  | 121  | 109  | 205  | 145  |
| 引張破断伸び (%)   | 2.4  | 2.3  | 2.0  | 1.7  | 1.4  | 1.2  | 2.1  | 2.3  |
| 曲げ強度 (MPa)   | 259  | 251  | 216  | 182  | 142  | 128  | 291  | 192  |
| 曲げ弾性率 (GPa)  | 20.1 | 19.4 | 17.3 | 16.1 | 11.4 | 10.2 | 22.6 | 22.1 |
| アイゾット衝撃値 (V/m)   | 67   | 54   | 45   | 42   | 34   | 32   | 80   | 71   |
| 水素ガス透過性 ( $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{atm} \cdot 24\text{h}$ ) | 28   | 27   | 25   | 23   | 32   | 28   | 18   | 15   |
| 水蒸気透過性 ( $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{atm} \cdot 24\text{h}$ )  | 0.29 | 0.28 | 0.25 | 0.24 | 0.33 | 0.27 | 0.19 | 0.15 |
| 微平均繊維長/平均繊維径 (ペレット)  | 71   | 70   | 71   | 72   | 71   | 70   | 73   | 71   |
| (成形品)  | 42   | 42   | 43   | 42   | 41   | 42   | 43   | 41   |
| 体積固有抵抗 ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )                                    | 0.2  | 0.1  | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.03 | 0.05 |

\*1 PPS：ポリフェニレンスルフィド樹脂、LCP：液晶ポリエステル樹脂

【0067】実施例1～8より本発明の組成物は機械的特性、ガスバリア性、導電性に優れ、かつ射出成形可能な材料であることがわかる。

【0068】実施例1～4より、炭素繊維の配合量を30wt%に固定し、カーボンナノチューブ量を増量すると機械的特性が若干低下し、導電性が若干上昇することがわかる。

【0069】実施例5～7より、炭素繊維とカーボンナノチューブの配合量を大きく変えても機械的特性、ガスバリア性、導電性に優れ、かつ射出成形可能な材料が得られるが、カーボンナノチューブを多量に配合しても導

電性の大幅な向上は見られず、機械的特性は低下する傾向が見られる。

【0070】実施例8より、マトリックス樹脂を変えても機械的特性、ガスバリア性、導電性に優れ、かつ射出成形可能な材料が得られることがわかる。

【0071】【比較例1～2】各成分の配合比率を表2のようにする以外は実施例1と同様にして樹脂組成物を製造した。配合比率および特性評価結果を表2に示す。

【0072】

【表2】

表2

| 比較例  | 比較例1 | 比較例2              | 比較例3    | 比較例4           |
|--|------|-------------------|---------|----------------|
| 炭素繊維 (wt%)   | 30   | —                 | 黒鉛 75.8 | ビッチ系炭素繊維 5     |
| カーボンナノチューブ (wt%)                                   | —    | 3                 | 硬化剤 4   | 黒鉛 25 膨張性黒鉛 50 |
| 熱可塑性樹脂 *1 (種類)                                     | PPS  | PPS               | エポキシ樹脂  | LCP            |
| (wt%)  | 70   | 97                | 19.2    | 20             |
| 引張強度 (MPa)   | 223  | 85                | 50      | 20             |
| 引張破断伸度 (%)   | 2.5  | 13.2              | 1.3     | 0.9            |
| 曲げ強度 (MPa)   | 267  | 142               | 111     | 27             |
| 曲げ弾性率 (GPa)  | 20.2 | 3.7               | 4.1     | 2.1            |
| アイソット衝撃値 (Vノット) (J/m)                              | 68   | 45                | 44      | 4.1            |
| 水素ガス透過性 (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・atm・24h) | 28   | 46                | 53      | 52             |
| 水蒸気透過性 (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・atm・24h)  | 0.28 | 0.48              | 0.88    | 0.86           |
| 数平均繊維長/平均繊維径 (μm/μm)                               | 70   | —                 | —       | —              |
| (成形品)  | 42   | —                 | —       | —              |
| 体積固有抵抗 (Ω・cm)                                      | 149  | 1×10 <sup>8</sup> | 0.09    | 0.07           |

\*1 PPS：ポリフェニレンスルフィド樹脂、LCP：液晶ポリエステル樹脂

【0073】比較例1～2より、カーボンナノチューブ又は炭素繊維の一方が欠けると機械的特性、ガスバリア性、導電性、射出成形性のすべてを満足する材料が得られないことがわかる。

【0074】【実施例9】実施例3で製造した組成物を用い、図1に示す形状の金型を使用して樹脂温度320℃、金型温度150℃、冷却時間20秒で連続射出成形を行った。連続1,000ショットを越えても不良の無い成形品が安定して得られた。図1は、燃料電池セパレーター用に水素ガス、酸素ガスまたは空気の流路を形成させた平板であり、サイズ66mm×84mm、厚み3mmである。当該平板には、ガス流路入り口A、ガス流路出口Bおよびガス流路Cが備えられている。また、ガス流路の幅は2.5mm、深さは2mmである。

【0075】【比較例3】炭素粉末として粒径110μm以上かつ160μm以下の黒鉛粉末をエポキシ樹脂（油化シェルエポキシ製“エビコート”807）に20：80重量部の比率で混合し、次いで硬化剤（油化シェルエポキシ製“エビキュア”IBM112を4部添加して混合脱泡した。次いでこの材料を用い、温度150℃、圧力10MPaで45分間プレス成形して各種評価試験片を作成した。更に成形後に150℃で6時間キュアした後、物性を評価した。結果を表2に示す。

【0076】表2からわかるように、導電性には優れるものの、機械的特性に劣ることがわかる。

【0077】【比較例4】比較例3で調製した材料を用い、図1に示す形状の平板のプレス金型を使用して温度150℃、圧力10MPa、プレス時間45分で連続し

てプレス成形を行った。未充填、離型時破損などが発生し、10ショットを越える連続プレス成形が出来なかった。

【0078】【比較例5】参考例2で製造した液晶ポリエステル樹脂に膨張性黒鉛（住金ケミカル社製膨張性黒鉛TEG 80LTE-U）、カーボンブラック（ケッチェンブラックインターナショナル社製ケッチェンブラックEC）、ビッチ系炭素繊維（三菱化学製ダイアリードK223QG）を表2に示す割合で配合し、溶融押出した。得られたベレットを用いて射出成形を試みたが成形できなかった。また、温度340℃、圧力10MPaで溶融プレス成形を行って各種評価試験片を作成し、物性を評価した。結果を表2に示す。表2からわかるように、導電性には優れるものの機械的特性に劣ることがわかる。

【0079】

【発明の効果】本発明を用いることにより、従来の方法では得られなかった成形性に優れかつ高度な導電性を有する樹脂組成物および成形品を得ることができる。また本発明の樹脂組成物より優れた燃料電池セパレーターを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例9、比較例4で使用した平板の平面構造図である。

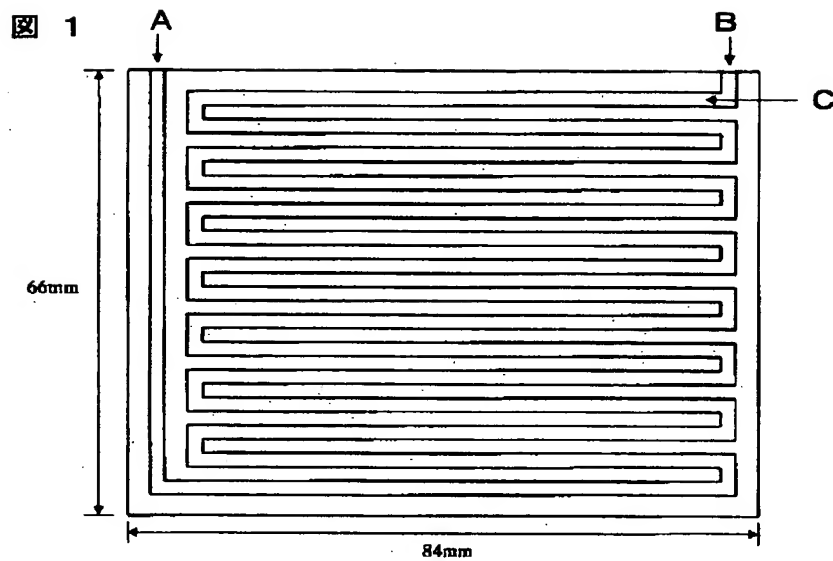
【符号の説明】

A：ガス流路入り口

B：ガス流路出口

C：ガス流路

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターマコード (参考)

H 0 1 M 8/02

H 0 1 M 8/02

B

// B 2 9 K 83:00

B 2 9 K 83:00

105:12

105:12

B 2 9 L 31:00

B 2 9 L 31:00

F ターム (参考)

4F071 AA02 AA43 AA62 AB03 AD01  
 AD06 AD07 AE15 AF08 AF37  
 AH15 BA01 BB05 BC03  
 4F206 AA24 AA34 AB18 AB25 AC07  
 AE03 JA07 JF02  
 4J002 AA011 BB001 CB001 CF001  
 CG001 CH071 CH091 CL001  
 CM041 CN011 CN031 DA016  
 FA046 FA116 FD010 FD116  
 GQ02  
 5H026 AA02 CC03 EE05 EE18 HH01  
 HH03 HH05